

POSITION 6: BLOCKSCHERVERSAGEN

1. Eingabedaten

1.1. Verbindungsmittel

Bolzen 10 mm, FK 5.6

Unterlegscheibe $d = 34$ mm

$F_{v,Rk}$ wird gemäß DIN EN 1995, 8.2.2(2) erhöht mit Unterlegscheibe $d = 34$ mm

$F_{v,Rd}$ wird mit dem genauen Nachweis nach DIN EN 1995-1-1, 8.2.3 berechnet

8 x Bolzen

1.2. Charakteristische Schnittgrößen

LF	Typ	M_k kN	N_k kN	V_k kN	Bemerkung
2	ständige Lasten	0.000	18.000	0.000	
3	Nutzlasten	0.000	20.000	0.000	

LF 3, Nutzlasten Lasteinwirkungsdauer mittel

1.3. Bemessungsschnittgrößen (Biegestoß)

Nutzungsklasse 2

Nr	M_d kNm	N_d kN	V_d kN	k_{mod} -	A	Kommentar
1	0.00	24.30	0.00	0.60		1.35*LF2 / ständig
2	0.00	18.00	0.00	0.60		1.00*LF2 / ständig
3	0.00	54.30	0.00	0.80		1.35*LF2 + 1.00*1.50*LF3 / mittel
4	0.00	48.00	0.00	0.80		1.00*LF2 + 1.00*1.50*LF3 / mittel

2. Systemdarstellung

2.1. Statische Werte und konstruktive Randbedingungen

Stoß mit außen liegenden, dünnen Blechen

Hölzer aus Nadelvollholz C16 mit $\rho_k = 310$ kg/m³

Bleche 5.0 x 120.0 mm in S235 (St37), $A_n = 4.90$ cm², $W_n = 10.33$ cm³, $I_n = 61.99$ cm⁴

Holz: $t = 12.0$ cm, $A_n = 117.60$ cm², $W_n = 247.96$ cm³, $I_n = 1487.74$ cm⁴

Hölzer aus Nadelvollholz C16 mit $\rho_k = 310$ kg/m³

$\min \alpha = 0.0^\circ \Rightarrow$ minimale einzuhaltende Abstände

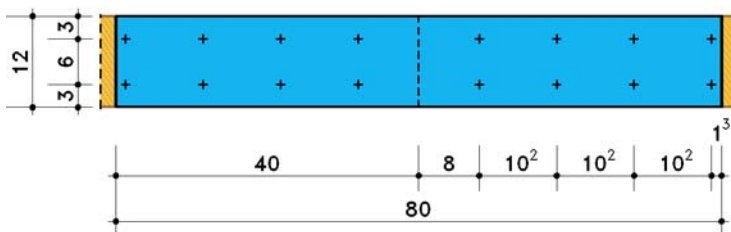
$a_1 = 5.0$ cm, $a_2 = 4.0$ cm, $a_{3,t} = 8.0$ cm, $a_{3,c} = 4.0$ cm, $a_{4,t} = 3.0$ cm, $a_{4,c} = 3.0$ cm

$a_{1,vorh} = 10.23$ cm, $a_{2,vorh} = 6.00$ cm

Polares Trägheitsmoment $I_p = 1117.85$ cm²

Schwerpunkt der Verbindungsmittel S bei $x_s = 23.34$ cm, $y_s = 0.00$ cm

Ansicht Maßstab 1:10, Längeneinheit in [cm]



3. Nachweise nach DIN EN 1995, Deutschland

$\gamma_M = 1.30$, $\gamma_s = 1.00$

3.1. Lastkombination 1

3.1.1. Festigkeiten und Tragfähigkeiten

$k_{90} = 0.00$, $f_{h,0,k} = 0.00$ N/mm²

$f_{t,d} = 3.92$ N/mm², $f_{m,d} = 7.38$ N/mm², $f_{c,d} = 7.85$ N/mm², $f_{v,d} = 1.85$ N/mm²

$\sigma_{R,d} = 235.0$ N/mm², $\tau_{R,d} = 135.7$ N/mm²

3.1.2. Verbindungsmittel

$N_d = 24.30$ kN, $V_d = 0.00$ kN, $M_{v,d} = |0.00| + |0.23 \times 0.00| = 0.00$ kNm, $k_{mod} = 0.60$

$F_{H1,d} = 24.30 / (2 \times 8) = 1.52$ kN

$\alpha_{min} = 0.00$, $a_1 = 102$ mm, $n = 4 \Rightarrow n_{ef} = 3.28$

Kräfte pro Scherfuge, Fall = maßgebender Versagensfall nach DIN EN 1995-1-1, 8.2.3

Nr	F _{M1} kN	F _{MH1} kN	F _{MV1} kN	F _{totH1} kN	F _{totV1} kN	F _{tot1} kN	α _{tot1} °	f _{h,α,k} N/mm ²	F _{all}	F _{v,Rk} kN	F _{v,Rd} kN	u -
1	0.00	-0.00	-0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	22.62	Gl.(j)	7.4722	2.8275	0.54

Maximale Ausnutzung der Verbindungsmittel $u_{\max} = 0.54 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.1.3. Hölzer

Mittelholz : $\sigma_{t,d} = 2.07 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{m,d} = 0.00 \text{ N/mm}^2$, $\tau_d = 0.00 \text{ N/mm}^2$ (mit $V_d = 0.00 \text{ kN}$) $\Rightarrow u = 0.53$

Maximale Ausnutzung der Holzlamellen $u_{\max} = 0.53 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.1.4. Nachweis Blockscherversagen gemäß DIN EN 1995-1-1, Anhang A

$L_{\text{net},t} = 60 \text{ mm}$, $t_1 = 120 \text{ mm} \Rightarrow A_{\text{net},t} = 7200 \text{ mm}^2$, $M_{y,k} = 59716.1 \text{ Nmm}$

$L_{\text{net},v} = 774 \text{ mm}$, $t_{\text{ef}} = 28 \text{ mm} \Rightarrow A_{\text{net},v} = 44866 \text{ mm}^2$ (Versagensmechanismus b)

$F_{\text{bs},Rk} = 100.50 \text{ kN}$, $k_{\text{mod}} = 0.60 \Rightarrow F_{\text{bs},Rd} = 46.38 \text{ kN}$, $N_d = 24.30 \text{ kN} \Rightarrow u_{\text{bs}} = 0.524$

3.1.5. Bleche gemäß DIN EN 1993-1-1

$\sigma = 24.80 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_v = 24.80 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 0.00 \text{ N/mm}^2$ (mit $V_d = 0.00 \text{ kN}$)

Maximale Ausnutzung des Bleches $u_{\max} = 0.11 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.1.6. Lochleibungskräfte gemäß DIN EN 1993-1-8

$p_1 = 10.23 \text{ cm}$, $e_1 = 1.32 \text{ cm}$, $e_2 = 3.00 \text{ cm}$, $p_2 = 6.00 \text{ cm}$, $\alpha_b = 1.00$, $k_1 = 2.50 \Rightarrow F_{b,Rd} = 36.00 \text{ kN}$

$e_{\text{Rand}} = 0.00 \text{ cm}$, $e_1 = 1.32 \text{ cm}$, $e_2 = 3.00 \text{ cm}$, $p_2 = 6.00 \text{ cm}$, $\alpha_b = 0.40$, $k_1 = 2.50 \Rightarrow F_{b,Rd,Rand} = 14.40 \text{ kN}$

Kräfte pro Scherfuge

Nr	F _{M1} kN	F _{MH1} kN	F _{MV1} kN	F _{totH1} kN	F _{totV1} kN	F _{tot1} kN	α _{tot1} °	F _{v11,Rd} kN	u -
1	0.00	-0.00	-0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	14.40	0.11
2	0.00	0.00	-0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	14.40	0.11
3	0.00	-0.00	-0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	14.40	0.11
4	0.00	0.00	-0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	14.40	0.11
5	0.00	-0.00	0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	14.40	0.11
6	0.00	0.00	0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	14.40	0.11
7	0.00	-0.00	0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	14.40	0.11
8	0.00	0.00	0.00	1.52	0.00	1.52	0.00	14.40	0.11

Maximale Ausnutzung der Lochleibungskraft $u_{\max} = 0.11 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.2. Lastkombination 2

3.2.1. Verbindungsmittel

$N_d = 18.00 \text{ kN}$, $V_d = 0.00 \text{ kN}$, $M_{v,d} = |0.00| + |0.23 \times 0.00| = 0.00 \text{ KNm}$, $k_{\text{mod}} = 0.60$

$F_{H1,d} = 18.00 / (2 \times 8) = 1.13 \text{ kN}$

$\alpha_{\min} = 0.00$, $a_1 = 102 \text{ mm}$, $n = 4 \Rightarrow n_{\text{ef}} = 3.28$

Kräfte pro Scherfuge, Fall = maßgebender Versagensfall nach DIN EN 1995-1-1, 8.2.3

Nr	F _{M1} kN	F _{MH1} kN	F _{MV1} kN	F _{totH1} kN	F _{totV1} kN	F _{tot1} kN	α _{tot1} °	f _{h,α,k} N/mm ²	F _{all}	F _{v,Rk} kN	F _{v,Rd} kN	u -
1	0.00	-0.00	-0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	22.62	Gl.(j)	7.4722	2.8275	0.40

Maximale Ausnutzung der Verbindungsmittel $u_{\max} = 0.40 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.2.2. Hölzer

Mittelholz : $\sigma_{t,d} = 1.53 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{m,d} = 0.00 \text{ N/mm}^2$, $\tau_d = 0.00 \text{ N/mm}^2$ (mit $V_d = 0.00 \text{ kN}$) $\Rightarrow u = 0.39$

Maximale Ausnutzung der Holzlamellen $u_{\max} = 0.39 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.2.3. Nachweis Blockscherversagen gemäß DIN EN 1995-1-1, Anhang A

$L_{\text{net},t} = 60 \text{ mm}$, $t_1 = 120 \text{ mm} \Rightarrow A_{\text{net},t} = 7200 \text{ mm}^2$, $M_{y,k} = 59716.1 \text{ Nmm}$

$L_{\text{net},v} = 774 \text{ mm}$, $t_{\text{ef}} = 28 \text{ mm} \Rightarrow A_{\text{net},v} = 44866 \text{ mm}^2$ (Versagensmechanismus b)

$F_{\text{bs},Rk} = 100.50 \text{ kN}$, $k_{\text{mod}} = 0.60 \Rightarrow F_{\text{bs},Rd} = 46.38 \text{ kN}$, $N_d = 18.00 \text{ kN} \Rightarrow u_{\text{bs}} = 0.388$

3.2.4. Bleche gemäß DIN EN 1993-1-1

$\sigma = 18.37 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_v = 18.37 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 0.00 \text{ N/mm}^2$ (mit $V_d = 0.00 \text{ kN}$)

Maximale Ausnutzung des Bleches $u_{\max} = 0.08 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.2.5. Lochleibungskräfte gemäß DIN EN 1993-1-8

$p_1 = 10.23 \text{ cm}$, $e_1 = 1.32 \text{ cm}$, $e_2 = 3.00 \text{ cm}$, $p_2 = 6.00 \text{ cm}$, $\alpha_b = 1.00$, $k_1 = 2.50 \Rightarrow F_{b,Rd} = 36.00 \text{ kN}$

$e_{\text{Rand}} = 0.00 \text{ cm}$, $e_1 = 1.32 \text{ cm}$, $e_2 = 3.00 \text{ cm}$, $p_2 = 6.00 \text{ cm}$, $\alpha_b = 0.40$, $k_1 = 2.50 \Rightarrow F_{b,Rd,Rand} = 14.40 \text{ kN}$

Kräfte pro Scherfuge

Nr	F _{M1} kN	F _{MH1} kN	F _{MV1} kN	F _{totH1} kN	F _{totV1} kN	F _{tot1} kN	α _{tot1} °	F _{v11,Rd} kN	u -
1	0.00	-0.00	-0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	14.40	0.08
2	0.00	0.00	-0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	14.40	0.08
3	0.00	-0.00	-0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	14.40	0.08
4	0.00	0.00	-0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	14.40	0.08
5	0.00	-0.00	0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	14.40	0.08
6	0.00	0.00	0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	14.40	0.08
7	0.00	-0.00	0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	14.40	0.08
8	0.00	0.00	0.00	1.13	0.00	1.13	0.00	14.40	0.08

Maximale Ausnutzung der Lochleibungskraft $u_{\max} = 0.08 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.3. Lastkombination 3

3.3.1. Festigkeiten und Tragfähigkeiten

$k_{90} = 0.00$, $f_{h,0,k} = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$f_{t,d} = 5.23 \text{ N/mm}^2$, $f_{m,d} = 9.85 \text{ N/mm}^2$, $f_{c,d} = 10.46 \text{ N/mm}^2$, $f_{v,d} = 2.46 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{R,d} = 235.0 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{R,d} = 135.7 \text{ N/mm}^2$

3.3.2. Verbindungsmittel

$N_d = 54.30 \text{ kN}$, $V_d = 0.00 \text{ kN}$, $M_{v,d} = |0.00| + |0.23 \times 0.00| = 0.00 \text{ kNm}$, $k_{\text{mod}} = 0.80$

$F_{H1,d} = 54.30 / (2 \times 8) = 3.39 \text{ kN}$

$\alpha_{\min} = 0.00$, $a_1 = 102 \text{ mm}$, $n = 4 \Rightarrow n_{\text{ef}} = 3.28$

Kräfte pro Scherfuge, Fall = maßgebender Versagensfall nach DIN EN 1995-1-1, 8.2.3

Nr	F_{M1} kN	F_{MH1} kN	F_{MV1} kN	$F_{t\text{tot}H1}$ kN	$F_{t\text{tot}V1}$ kN	$F_{t\text{tot}1}$ kN	$\alpha_{\text{tot}1}$ °	$f_{h,\alpha,k}$ N/mm ²	Fall	$F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rd}$ kN	u
1	0.00	-0.00	-0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	22.62	Gl.(j)	7.4722	3.7700	0.90

Maximale Ausnutzung der Verbindungsmittel $u_{\max} = 0.90 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.3.3. Hölzer

Mittelholz : $\sigma_{t,d} = 4.62 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{m,d} = 0.00 \text{ N/mm}^2$, $\tau_d = 0.00 \text{ N/mm}^2$ (mit $V_d = 0.00 \text{ kN}$) $\Rightarrow u = 0.88$

Maximale Ausnutzung der Holzlamellen $u_{\max} = 0.88 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.3.4. Nachweis Blockscherversagen gemäß DIN EN 1995-1-1, Anhang A

$L_{\text{net},t} = 60 \text{ mm}$, $t_1 = 120 \text{ mm} \Rightarrow A_{\text{net},t} = 7200 \text{ mm}^2$, $M_{y,k} = 59716.1 \text{ Nmm}$

$L_{\text{net},v} = 774 \text{ mm}$, $t_{\text{ef}} = 28 \text{ mm} \Rightarrow A_{\text{net},v} = 44866 \text{ mm}^2$ (Versagensmechanismus b)

$F_{bs,Rk} = 100.50 \text{ kN}$, $k_{\text{mod}} = 0.80 \Rightarrow F_{bs,Rd} = 61.85 \text{ kN}$, $N_d = 54.30 \text{ kN} \Rightarrow u_{bs} = 0.878$

3.3.5. Bleche gemäß DIN EN 1993-1-1

$\sigma = 55.41 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_v = 55.41 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 0.00 \text{ N/mm}^2$ (mit $V_d = 0.00 \text{ kN}$)

Maximale Ausnutzung des Bleches $u_{\max} = 0.24 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.3.6. Lochleibungskräfte gemäß DIN EN 1993-1-8

$p_1 = 10.23 \text{ cm}$, $e_1 = 1.32 \text{ cm}$, $e_2 = 3.00 \text{ cm}$, $p_2 = 6.00 \text{ cm}$, $\alpha_b = 1.00$, $k_1 = 2.50 \Rightarrow F_{b,Rd} = 36.00 \text{ kN}$

$e_{\text{Rand}} = 0.00 \text{ cm}$, $e_1 = 1.32 \text{ cm}$, $e_2 = 3.00 \text{ cm}$, $p_2 = 6.00 \text{ cm}$, $\alpha_b = 0.40$, $k_1 = 2.50 \Rightarrow F_{b,Rd,\text{Rand}} = 14.40 \text{ kN}$

Kräfte pro Scherfuge

Nr	F_{M1} kN	F_{MH1} kN	F_{MV1} kN	$F_{t\text{tot}H1}$ kN	$F_{t\text{tot}V1}$ kN	$F_{t\text{tot}1}$ kN	$\alpha_{\text{tot}1}$ °	$F_{v11,Rd}$ kN	u
1	0.00	-0.00	-0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	14.40	0.24
2	0.00	0.00	-0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	14.40	0.24
3	0.00	-0.00	-0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	14.40	0.24
4	0.00	0.00	-0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	14.40	0.24
5	0.00	-0.00	0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	14.40	0.24
6	0.00	0.00	0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	14.40	0.24
7	0.00	-0.00	0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	14.40	0.24
8	0.00	0.00	0.00	3.39	0.00	3.39	0.00	14.40	0.24

Maximale Ausnutzung der Lochleibungskraft $u_{\max} = 0.24 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.4. Lastkombination 4

3.4.1. Verbindungsmittel

$N_d = 48.00 \text{ kN}$, $V_d = 0.00 \text{ kN}$, $M_{v,d} = |0.00| + |0.23 \times 0.00| = 0.00 \text{ kNm}$, $k_{\text{mod}} = 0.80$

$F_{H1,d} = 48.00 / (2 \times 8) = 3.00 \text{ kN}$

$\alpha_{\min} = 0.00$, $a_1 = 102 \text{ mm}$, $n = 4 \Rightarrow n_{\text{ef}} = 3.28$

Kräfte pro Scherfuge, Fall = maßgebender Versagensfall nach DIN EN 1995-1-1, 8.2.3

Nr	F_{M1} kN	F_{MH1} kN	F_{MV1} kN	$F_{t\text{tot}H1}$ kN	$F_{t\text{tot}V1}$ kN	$F_{t\text{tot}1}$ kN	$\alpha_{\text{tot}1}$ °	$f_{h,\alpha,k}$ N/mm ²	Fall	$F_{v,Rk}$ kN	$F_{v,Rd}$ kN	u
1	0.00	-0.00	-0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	22.62	Gl.(j)	7.4722	3.7700	0.80

Maximale Ausnutzung der Verbindungsmittel $u_{\max} = 0.80 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.4.2. Hölzer

Mittelholz : $\sigma_{t,d} = 4.08 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{m,d} = 0.00 \text{ N/mm}^2$, $\tau_d = 0.00 \text{ N/mm}^2$ (mit $V_d = 0.00 \text{ kN}$) $\Rightarrow u = 0.78$

Maximale Ausnutzung der Holzlamellen $u_{\max} = 0.78 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.4.3. Nachweis Blockscherversagen gemäß DIN EN 1995-1-1, Anhang A

$L_{\text{net},t} = 60 \text{ mm}$, $t_1 = 120 \text{ mm} \Rightarrow A_{\text{net},t} = 7200 \text{ mm}^2$, $M_{y,k} = 59716.1 \text{ Nmm}$

$L_{\text{net},v} = 774 \text{ mm}$, $t_{\text{ef}} = 28 \text{ mm} \Rightarrow A_{\text{net},v} = 44866 \text{ mm}^2$ (Versagensmechanismus b)

$F_{bs,Rk} = 100.50 \text{ kN}$, $k_{\text{mod}} = 0.80 \Rightarrow F_{bs,Rd} = 61.85 \text{ kN}$, $N_d = 48.00 \text{ kN} \Rightarrow u_{bs} = 0.776$

3.4.4. Bleche gemäß DIN EN 1993-1-1

$\sigma = 48.98 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_v = 48.98 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 0.00 \text{ N/mm}^2$ (mit $V_d = 0.00 \text{ kN}$)

Maximale Ausnutzung des Bleches $u_{\max} = 0.21 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

3.4.5. Lochleibungskräfte gemäß DIN EN 1993-1-8

$p_1 = 10.23 \text{ cm}$, $e_1 = 1.32 \text{ cm}$, $e_2 = 3.00 \text{ cm}$, $p_2 = 6.00 \text{ cm}$, $\alpha_b = 1.00$, $k_1 = 2.50 \Rightarrow F_{b,Rd} = 36.00 \text{ kN}$

$e_{Rand} = 0.00 \text{ cm}$, $e_1 = 1.32 \text{ cm}$, $e_2 = 3.00 \text{ cm}$, $p_2 = 6.00 \text{ cm}$, $\alpha_b = 0.40$, $k_1 = 2.50 \Rightarrow F_{b,Rd,Rand} = 14.40 \text{ kN}$

Kräfte pro Scherfuge

Nr	F _{M1} kN	F _{MH1} kN	F _{MV1} kN	F _{toth1} kN	F _{totV1} kN	F _{tot1} kN	α_{tot1} °	F _{v11,Rd} kN	u -
1	0.00	-0.00	-0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	14.40	0.21
2	0.00	0.00	-0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	14.40	0.21
3	0.00	-0.00	-0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	14.40	0.21
4	0.00	0.00	-0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	14.40	0.21
5	0.00	-0.00	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	14.40	0.21
6	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	14.40	0.21
7	0.00	-0.00	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	14.40	0.21
8	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	14.40	0.21

Maximale Ausnutzung der Lochleibungskraft $u_{\max} = 0.21 \leq 1 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

4. Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aller Nachweise $u_{\max} = 0.90 \leq 1 \Rightarrow$ **Alle Nachweise erfüllt**